

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-258923
(43)Date of publication of application : 14.09.1992

(51)Int.Cl. G02F 1/1335
G02F 1/137

(21)Application number : 03-041295

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 13.02.1991

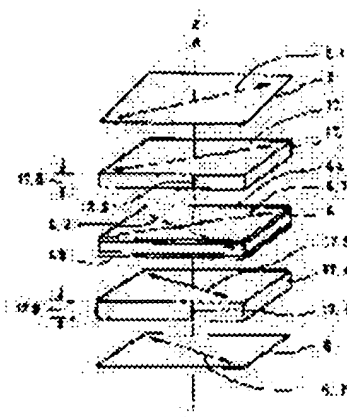
(72)Inventor : ISHIKAWA MASAHIRO
HIRATA JUNKO
KINOSHITA YOSHIHIRO
HADO HITOSHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the liquid crystal display element which is improved in visual angle characteristic and has high visual recognizability by providing specific optically anisotropic elements between a liquid crystal cell and two sheets of polarizing plates holding the liquid crystal therebetween.

CONSTITUTION: The optically anisotropic elements 17.1, 17.4 are the biaxially stretched elements having two optical axes within a thickness direction (z-axis direction) and an element plane (the plane normal to the z-axis) and have relations $n_x > n_z$; $n_x = n_y$ between the refractive index n_x of the optical axis direction 17.2 within the plane normal to the z-axis and likewise the refractive index n_y of the optical axis directions 17.5 or have relations $n_z > n_x$, $n_x > n_y$, $n_x \neq n_y$. Further, the twist angle of the liquid crystal cell 4 is set at nearly 90° between two sheets of substrates 4a and 4b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-258923

(43) 公開日 平成4年(1992)9月14日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	772A-2K		
1/137		8806-2K		

審査請求 未請求 請求項の数3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平3-41295

(22) 出願日 平成3年(1991)2月13日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 石川 正仁

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地株式
会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 平田 純子

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地株式
会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 木下 喜宏

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地株式
会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 大胡 典夫

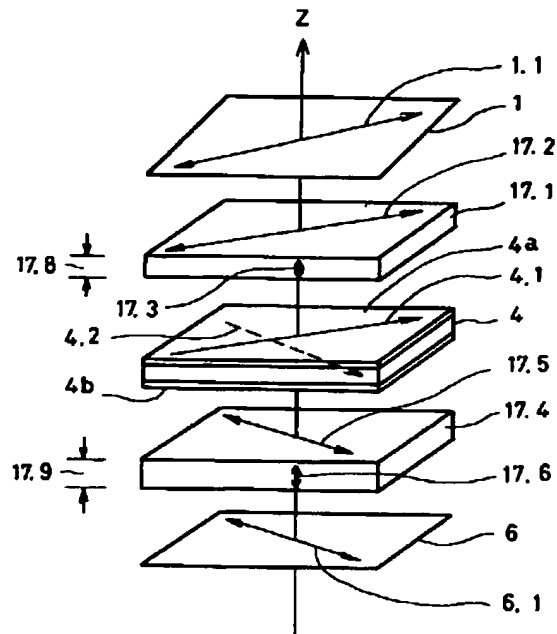
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【構成】 液晶セル4と、この液晶セルを挟む偏光板1、6との間に、光学異方素子17.1、17.4を配置する。光学異方素子の素子面内の光軸方向の屈折率を n_x 、面内で光軸法線方向の屈折率を n_y 、厚み方向の屈折率を n_z とすると、
 $n_z > n_x$
 $n_z > n_y$
 とする。

【効果】 視角特性が改善され高視認性の液晶表示素子が得られる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】2枚の偏光板と、これら偏光板間に配置された液晶セルと少なくとも1つの光学異方素子とを具備してなる液晶表示素子において、前記液晶セルは2枚の基板間でのねじれた角がほぼ90°に設定されており、前記光学異方素子はその素子面内の光軸方向の屈折率を n_x 、素子面内の光軸法線方向の屈折率を n_y 、厚み方向の屈折率を n_z とすると、

$$n_z > n_x$$

$$n_x = n_y$$

であることを特徴とする液晶表示素子

【請求項2】2枚の偏光板と、これら偏光板間に配置された液晶セルと少なくとも1つの光学異方素子とを具備してなる液晶表示素子において、前記液晶セルは2枚の基板間でのねじれた角がほぼ90°に設定されており、前記光学異方素子はその素子面内の光軸方向の屈折率を n_x 、素子面内の光軸法線方向の屈折率を n_y 、厚み方向の屈折率を n_z とすると、

$$n_z > n_x$$

$$n_z > n_y$$

$$n_x \neq n_y$$

であることを特徴とする液晶表示素子

【請求項3】2枚の偏光板と、これら偏光板間に配置された液晶セルと少なくとも1つの光学異方素子とを具備してなる液晶表示素子において、前記2枚の基板間でねじれた配向をしている液晶セルを少なくとも2つ配置し、前記光学異方素子はその素子面内の光軸方向の屈折率を n_x 、光学異方素子の面内の光軸法線方向の屈折率を n_y 、素子厚み方向の屈折率を n_z とすると、

$$n_z > n_x$$

$$n_z > n_y$$

$$n_x \neq n_y$$

であることを特徴とする液晶表示素子

【発明の詳細な説明】

【発明の目的】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶表示素子に係わり、特にコントラスト比及び表示色の視角依存性を制御した液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、薄型軽量、低消費電力という大きな利点をもつ液晶表示素子は、日本語ワードプロセッサやデスクトップパーソナルコンピュータ等のパーソナルOA機器の表示装置として積極的に用いられている。液晶表示素子（以下LCDと略称）のほとんどは、ねじれネマティック液晶を用いており、表示方式としては、複屈折モードと旋光モードの2つの方式に大別できる。

【0003】ねじれネマティック液晶を用いた複屈折モードの表示方式のLCDは、90°以上ねじれた分子配列をもち（ST方式と呼ばれる）、急峻な電気光学特性

2

をもつ、各画素ごとにスイッチング素子（薄膜トランジスタやダイオード）が無くても単純なマトリクス状の電極構造でも時分割駆動により容易に大容量表示が得られる。しかし、ST方式では、複屈折効果を利用しているため表示色が黄色と濃紺色のいわゆるイエローモード表示や、白色と青色のいわゆるブルーモード表示となり、白黒表示やカラー表示が不可能であった。このような表示の色づきを解消する手段として、素子面内で屈折率の異方性をもつ光学異方素子を偏光板と液晶セルの間に配置することによって白黒表示を実現できることがヨーロッパ公開特許第246842号公報にて報告されている。

【0004】旋光モードのLCDは90°ねじれた分子配列をもち、応答速度が速く（数十ミリ秒）高いコントラスト比と良好な階調表示性を示すことから、時計や電卓、さらにはスイッチング素子を各画素ごとに設けることにより大表示容量で高コントラストな高い表示性能をもったLCD（TFT-LCDやMIM-LCD）を実現することができる。

【0005】しかし、これらねじれネマティック液晶を用いたLCDは、見る角度や方向によって表示色やコントラスト比が変化するといった視角依存性をもち、陰極線管CRTの表示性能を完全に越えるまでにはいたらない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】液晶分子は、液晶分子の長軸方向と短軸方向に異なる屈折率を有することは一般に知られている。このような屈折率の異方性を示す液晶分子にある偏光光が入射すると、その偏光光は液晶分子の角度に依存して偏光状態が変化する。ねじれネマティック液晶の液晶セルの分子配列は、液晶セルの厚み方向に液晶分子の配列がねじれた構造を有しているが、液晶セル中を透過する光は、このねじれた配列の液晶分子の個々の液晶分子の向きによって逐次偏光して伝搬する。従って、液晶セルに対し光が垂直に入射した場合と斜めに入射した場合とでは、液晶セル中を伝搬する光の偏光状態は異なり、その結果、液晶表示素子を見る時の方向や角度によって表示のパターンが反転して見えたり、表示のパターンが全く見えなくなったりするという現象として現れ、実用上好ましくない。

【0007】【発明の構成】

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、2枚の偏光板と、これら偏光板間に配置された液晶セルと少なくとも1つの光学異方素子とを具備してなる液晶表示素子において、前記液晶セルは2枚の基板間でのねじれた角がほぼ90°に設定されており、前記光学異方素子はその素子面内の光軸方向の屈折率を n_x 、光軸法線方向の屈折率を n_y 、厚み方向の屈折率を n_z とすると、

$$n_z > n_x$$

3

$$n_x = n_y$$

であることを特徴とする液晶表示素子にある。

【0009】第2の発明は、2枚の偏光板と、これら偏光板間に配置された液晶セルと少なくとも1つの光学異方素子とを具備してなる液晶表示素子において、前記液晶セルは2枚の基板間でのねじれた角がほぼ90°に設定されており、前記光学異方素子はその素子面内の光軸方向の屈折率を n_x 、素子面内の光軸法線方向の屈折率を n_y 、厚み方向の屈折率を n_z とすると、

$$n_z > n_x$$

$$n_z > n_y$$

$$n_x \neq n_y$$

であることを特徴とする液晶表示素子にある。

【0010】第3の発明は、2枚の偏光板と、これら偏光板間に配置された液晶セルと少なくとも1つの光学異方素子とを具備してなる液晶表示素子において、前記2枚の基板間でねじれた配向をしている液晶セルを少なくとも2つ配置し、前記光学異方素子はその素子面内の光軸方向の屈折率を n_x 、光学異方素子の面内の光軸法線方向の屈折率を n_y 、素子厚み方向の屈折率を n_z とすると、

$$n_z > n_x$$

$$n_z > n_y$$

$$n_x \neq n_y$$

であることを特徴とする液晶表示素子にある。

【0011】

【作用】一般にねじれネマティック液晶を用いた液晶装置LCDに用いられる偏光板の配置には大きく分けて2通りあり、1つは2枚の基板間に液晶を配した液晶セルに電圧を印加しないとき、光が透過せず、電圧を印加したとき、光の透過状態が得られる（ノーマリークローズ）方式であり、他は液晶セルに電圧を印加しないとき光が透過し、電圧を印加したとき光が遮断される（ノーマリーオープン）方式である。図5は、従来例のTN方式のノーマリーオープンとノーマリークローズの表示面法線から左右の方向に0°から60°まで傾いた時のコントラスト比依存性を示す図で、ノーマリーオープンの場合は(10.0)、ノーマリークローズの場合は(11.0)で示されている。これらを比較すると、ノーマリークローズの方がノーマリーオープンよりコントラスト比の視角依存性が少ないことが分かる。コントラスト比とは、光が透過した状態（明状態）の輝度が光が遮断された状態（暗状態）の輝度で割った値であり、コントラスト比は暗状態の輝度に大きく影響する。そこでノーマリーオープンとノーマリークローズの両方式の暗状態の輝度の左右方向における視角依存性を測定してみると、図6に示したような特性が得られる。ノーマリーオープンの場合を(10.1)でノーマリークローズの場合を(11.1)で示した。図から明らかなように、ノーマリークローズの方がノーマリーオープンより暗状態の視角依存性が小さく、

4

その結果ノーマリークローズの方がノーマリーオープンよりコントラスト比の視角特性が良くなっている。

【0012】ノーマリーオープンとノーマリークローズの暗状態の違いを考察してみると、ノーマリーオープンの場合は光を遮断するために電圧を液晶セルに印加しており、分子配列状態のねじれ構造が歪んでいる。従って、この歪んだ分子配列状態が視角特性に影響を与えている。ノーマリーオープンの暗状態を示す電圧値を印加した時のセル中の分子配列状態、すなわち液晶分子の傾き角（チルト角）、およびねじれ角（ツイスト角）を計算してみると、図7に示すように電圧が印加された状態では、傾き角は7aのように液晶セルの中央付近では電界に対してほぼ液晶分子が平行になるが、上下に基板表面付近では、基板表面の配向規制力に影響を受けて電界に平行にすならない。また、ねじれ角は8aのようにSの字型の分布となる。ここで傾き角とねじれ角とは、図8に示す座標系において液晶セルの基板面をxy面としたとき、xy面に対する液晶分子(8.1)の長軸8.1Lの傾き角7aを傾き角、液晶分子(8.1)をz軸空x-y面へ投射した軸とx軸とのなす角度8aがねじれ角である。x軸は下側の基板のラビング軸に相当し、y軸は上側の基板のラビング軸に相当する。例えば、ノーマリーオープンの暗状態の視角特性を制御するには、図7のように複雑に歪んだ分子配列状態を種々の方向から光が入射したとき、ほぼ同一な偏光状態が得られるように光学補償することが必要である。そこで、複雑に歪んだ分子配列状態を同時に光学補償することは困難であるから、液晶セルの中央付近の液晶分子が基板に対してほぼ垂直に配列している部分と、上下の基板付近の若干液晶分子がねじれて、起き上がっている部分とを別々に光学補償する。

【0013】液晶のような光学異方体は、三次元xyz軸の屈折率楕円体で記述される。図9は液晶分子が垂直に立った状態を屈折率楕円体で示したものであるが、複屈折現象は、この屈折率楕円体のある方向から見たときの2次元面内での屈折率差に関する現象であるから、z方向から見たとき、すなわち液晶セルを真正面から見たときの屈折率差と視軸(9.1)から見たときの屈折率差とは異なる。ノーマリーオープン（クロスニコル）の場合、z方向から見たときの屈折率差は0であるから暗状態であるが、視軸(9.1)から見たときは屈折率差が生じるために暗状態とはならない。

【0014】そこで液晶セルの中央付近の液晶分子が基板に対してほぼ垂直に配列している部分を光学補償するには図10のような円盤状の屈折率楕円体を、図9の屈折率楕円体とを組み合わせると、(9.1)から見たときでも2次元面は円となり、暗状態が得られる。

【0015】次に、上側の基板付近の若干液晶分子がねじれて、起き上がっている部分をz方向（セル厚み方向）から見ると図11のようになる。このような状態を1つの屈折率楕円体に置き換えると、図12に示すよう

に楕円体の長軸12.1L がラビング軸から多少ずれる。このような屈折率楕円体を光学補償するには、同一の屈折率楕円体を前記屈折率楕円体の長軸と垂直になるように配置すると種々の観測点から見たときの2次元面内で屈折率差は小さくなる。もう一方の下側の基板付近の液晶分子配列状態の光学補償も同様に行えば視角特性が改善される。

【0016】以上述べた原理により、液晶セル中で種々の傾き角、ねじれ角で配列している状態の光学補償を行う屈折率楕円体として、光軸が素子面内と光軸がセル厚み方向の2軸を有する光学異方素子を液晶セルと組み合わせる用いることにより液晶表示素子のコントラスト比や表示色の視角特性を自由に設計することができる。

【0017】以上TN液晶セルを例にとって説明したが、TN方式のみならずST方式やねじれ角が90°以下の小さなねじれ角の表示方式のLCDにも同様な効果が得られる。

【0018】

【実施例】以下本発明の液晶表示素子の実施例を詳細に説明する。

(実施例1) 図1に本実施例におけるセル構成を示す。1及び6は偏光板で(1.1)、(6.1)は偏光板の吸収軸に相当する。4は液晶セルで(4.1)、(4.2)は、上下の基板4a、4bのラビング軸を示す。ラビング軸(4.1)と(4.2)は液晶の配向を決定するもので互いに直行して液晶に擬じれを与えている(電圧無印加状態)。吸収軸(1.1)と上側基板4aのラビング軸(4.1)は平行で、吸収軸視角方向(6.1)と下側基板4bのラビング軸(4.2)は平行である。

【0019】(17.1)、(17.4)は厚み方向(z軸方向)と素子面(z軸法線面)内に2つの光軸を持つ2軸延伸の光学異方素子で、z軸方向の光軸方向(17.3)の屈折率 n_z と、z軸法線面内の光軸方向(17.2)の屈折率 n_x とz軸法線面内の光軸法線方向(17.5)の屈折率 n_y とが異なり厚み方向の屈折率 n_x 、 n_y より大きい。(17.1)、(17.4)の2軸延伸の光学異方素子のz軸法線面内のリタデーション値は、軸延伸の光学異方素子の厚さ(17.8)、(17.9)をdとすると、

$$(n_x - n_z) \times d = 300 \text{ nm}$$

であり、z軸方向のリタデーション値は

$$(n_x - n_z) \times d = -500 \text{ nm}$$

である。(17.1)の2軸延伸の光学異方素子の光軸(17.2)は、上側基板のラビング軸(4.1)と平行になるように液晶セル4と偏光板1との間に配置した。(17.4)の2軸延伸の光学異方素子の光軸(17.5)は、下側基板のラビング軸(4.2)と平行になるように液晶セル4と偏光板6との間に配置した。また、液晶セルのリタデーション値は480nmである。

【0020】本構成の液晶表示素子の電気光学特性の一例を図13、図14に、後に示す比較例については図1

5、図16に示す。

【0021】図13、図14は、液晶セルの正面方向と、横方向における本構成の液晶表示素子の透過率の印加電圧特性で、液晶セル法線方向から10°置きに60°まで液晶セルが傾いた時の光透過率の印加電圧特性である。理想的には、液晶セルがどんなに傾いても光透過率(規格値)の印加電圧特性が変化しないことが望ましい。これらの図を比較すると、本実施例の方が、横方向において特に約2.5Vから約4Vまでの印加電圧の範囲において、透過率の視角依存性が小さく、階調表示時のコントラスト比の視角特性が改善できた。このセル構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、60°コーン(垂直軸から入射角を60°傾けた位置からの観察)でコントラスト比35:1以上が得られ、入射角が60°以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(比較例) 実施例1において、光学異方素子を液晶セル4と上下の偏光板1、6との間に配置しない場合の液晶表示素子の視角特性を測定した。電気光学特性の測定結果を正面方向に対して図15、横方向に対して図16に示す。暗状態は視角により変化し、60°コーンではコントラスト比の最大値が、5:1しか得られず、入射角が60°以上になると見る方位によって表示画が反転したり、全く見えなくなった。

(実施例2) 実施例1において、(17.1)、(17.4)の2軸延伸の光学異方素子のz軸法線面内のリタデーション値を100nm、z軸方向のリタデーション値を-150nmとした。(17.1)の2軸延伸の光学異方素子の光軸(17.2)を下側基板のラビング軸(4.2)と平行になるように、(17.4)の2軸延伸の光学異方素子の光軸(17.5)は上側基板のラビング軸(4.1)と平行となるように配置した。実施例1と同様に、本実施例の液晶表示素子の正面方向と横方向における電気光学特性を図17、18に示すと、とくに正面方向において、図のように暗状態の透過率の印加電圧特性の視角依存性が少なく、その結果、高いコントラスト比の視角特性が得られた。このセル構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、60°コーンでコントラスト比35:1以上が得られ、入射角が60°以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(実施例3) 実施例1において、偏光板1、6に通常設けられる保護膜のかわりに、図2に示すような(17.1)、

(17.4)の2軸延伸の光学異方素子を一体形成した偏光板1a、6aを作成し、光学異方素子を液晶セル4側にして液晶表示素子を作成した。なお、図2において図1と同一符号は同一部品を示す。

【0022】この構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、60°コーンでコントラスト比43:1以上が得られ、入射角が60°以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(実施例4) 図1において、光学異方素子(17.1)、(17.4) 厚み方向(z方向)のリタレーション値が -100 nm の光学異方素子を用いた。ここで光学異方素子の面内方向の屈折率の異方性はなく、屈折率は 1.541 である。また、厚み方向の屈折率は 1.542 である。液晶セルのリタレーション値($=\Delta n d$)は、 480 nm である。

【0023】図19は液晶セルの正面方向から横方向に 15° 置きに 60° まで傾いた方向における透過率の印加電圧特性であり、明状態は 0 V 、暗状態は 4.5 V の電圧を液晶セルに印加して表示する。以下に示す比較例の特性(図20)と比較すると、本実施例の方が、透過率の印加電圧特性と透過率の印加電圧特性の 4.5 V 付近の透過率(暗状態)が、ほとんど変わらず、表示コントラスト比の視角特性が改善できた。この構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、 60° コーンでコントラスト比 $35:1$ 以上が得られ、入射角が 60° 以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(比較例) 実施例4において光学異方素子を液晶セル4と上下偏光板との間に配置しない場合の液晶表示素子の視角特性を測定した。電気光学特性の測定結果を図20に示す。暗状態は視角により変化し、 60° コーンではコントラスト比の最大値が $5:1$ しか得られず、入射角が 60° 以上では見る方位によって表示面が反転したりまったく見えなくなった。

(実施例5) 実施例4において、液晶セル4と偏光板1との間にリタレーション値が -150 nm の光学異方素子を配置した。この構成の液晶表示素子の電気光学特性の一例を図21に示す。前記図20の比較例の電気光学特性と比較すると、本実施例の方が視角を変化させても暗状態が変化せず、表示コントラストの視角特性が改善できた。この構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、 60° コーンでコントラスト比 $38:1$ 以上が得られ、入射角が 60° 以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(実施例6) 実施例4において液晶セル4と偏光板1との間にリタレーション値が -300 nm の光学異方素子を配置した。実際に、この構成の液晶表示素子の電気光学特性の一例を図22に示す。図20の比較例に電気光学特性と比較すると、本実施例の方が視角を変化させても暗状態が変化せず、表示コントラストの視角特性が改善できた。この構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、 60° コーンでコントラスト比 $40:1$ 以上が得られ、入射角が 60° 以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(実施例7) 実施例4において偏光板1、6に通常形成される保護膜のかわりに、(17.1)、(17.4)の光学異方素子を一体形成した偏光板を作成し、液晶表示素子を作成した。この構成の液晶表示素子の視角特性を測定したと

ころ、 60° コーンでコントラスト比 $38:1$ 以上が得られ、入射角が 60° 以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(実施例8) 実施例5において偏光板1、6の保護膜のかわりに、(17.1)、(17.4)の光学異方素子を一体形成した偏光板を作成し、液晶表示素子を作成した。この構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、 60° コーンでコントラスト比 $40:1$ 以上が得られ、入射角が 60° 以上でも表示面の反転が生じない着色の無い白黒の良好な表示が得られた。

(実施例9) 図3に本実施例の液晶表示素子のセル構成を示す。ここに図1と同一符号は同一部分を示す。1、6は偏光板、20は光学異方素子、3、4はねじれ角が 90° の液晶セルである。各軸の角度をx軸を基準にしてxy面内で反時計回りで示すと、偏光板1の光軸(1.1) $= 45^\circ$
偏光板6の光軸(6.1) $= 45^\circ$
液晶セル3の上側基板のラビング軸(3.1) $= 45^\circ$
液晶セル4の上側基板のラビング軸(4.1) $= 135^\circ$ である。

【0024】光学異方素子20の屈折率は、x軸方向(20.2)(光軸)、y軸方向(20.3)ともに等しく 1.543 で、z軸方向(20.1)の屈折率は 1.545 である。液晶セル3および4のリタレーション値は、 500 nm であり、液晶セル3には透明電極が設けられ液晶層に電圧が印加される。

【0025】本構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、 60° コーンでコントラスト比 $35:1$ 以上が得られ、入射角が 60° 以上でも表示面の反転が生じない着色のない良好な表示が得られた。

(比較例) 実施例9において光学異方素子を液晶セル3と偏光板1との間に配置せず、偏光板6の偏光軸(6.1)を 135° に配置した場合の液晶表示素子の視角特性を測定した。 60° コーンではコントラスト比の最大値が $5:1$ しか得られず、入射角が 60° 以上になると見る方位によって表示面が反転したり、見えなくなる。(実施例10) 実施例9において光学異方素子20を液晶セル3と4の間に配置した。本構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、 60° コーンでコントラスト比 $37:1$ 以上が得られ、入射角が 60° 以上でも表示面の反転が生じない着色のない白黒の良好な表示が得られた。

(実施例11) 図4に本実施例の液晶表示素子のセル構成を示す。なお、図1と同一符号は同一部分を示す。

【0026】偏光板1、6間に2枚の光学異方素子20、50が配置され、さらにその内側に2枚の各ねじれ角が 90° の液晶セル3、4が隣接して配置されている。

【0027】各軸の角度をx軸を基準にxy面内で反時計回りで示すと、

偏光板1の偏光軸(1.1) = 45°

偏光板6の偏光軸(6.1) = 45°

液晶セル3の上側基板のラビング軸(3.1) = 45°

液晶セル4の上側基板のラビング軸(4.1) = 135°

である。

【0028】偏光板1と液晶セル3との間に配置される光学異方素子20のxy平面内の光軸(20.2)方向の屈折率は1.543、光軸(20.2)とxy平面内で垂直方向の屈折率は1.541、z軸方向(20.1)の屈折率は1.545である。

【0029】もう一方の光学異方素子50は偏光板6と液晶セル4間に配置される。xy平面内の光軸(50.2)方向の屈折率は1.543、光軸(50.2)とxy平面内で垂直方向(50.3)の屈折率は1.541、z軸方向(50.1)の屈折率は1.541である。また、光学異方素子50の厚み(50.5)は150nmである。

【0030】光学異方素子20の光軸(20.2)は135°、光学異方素子50の光軸(50.2)は45°である。液晶セル3および4のリタレーション値は、500nmであり、液晶セル3には透明電極が設けられ液晶層に電圧が印加される。本構成の液晶表示素子の視角特性を測定したところ、60°コーンでコントラスト比38:1以上が得られ、入射角が60°以上でも表示画の反転が生じない着色の白黒の良好な表示が得られた。

(実施例12) 実施例9において、液晶セル3、4としてねじれ角が240°の液晶セルを用い、液晶セル3、4はねじれ方向が互いに逆である。液晶セル3の上側基板のラビング軸(3.1)を60°、液晶セル4の上側基板のラビング軸(4.1)を150°とした。これら2つの液晶セルのリタレーション値は110nmである。偏光板1の偏光軸(1.1)は0°、偏光板6の偏光軸(6.1)は90°である。本構成の液晶表示素子の視角特性は、60°コーンでコントラスト比20:1以上となり、入射角が60°以上でも表示画の反転が生じない着色のない白黒の良好な表示が得られた。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、ねじれネマティック液晶を用いた液晶表示素子の視角特性が改善され、視認性のすぐれた液晶表示素子が得られる。また、本発明をTFTやMIMなどの3端子、2端子素子を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子に適用してもすぐれた効果を発揮することはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の液晶表示素子を示す分解斜視図である。

【図2】本発明の他の実施例の液晶表示素子を示す分解斜視図である。

【図3】本発明の他の実施例の液晶表示素子を示す分解斜視図である。

【図4】本発明の他の実施例の液晶表示素子を示す分解

斜視図である。

【図5】ねじれネマティック形液晶表示素子の左右方向のノーマリーオープンとノーマリークローズのコントラスト比の視角特性を説明する図である。

【図6】ねじれネマティック形液晶表示素子の左右方向のノーマリーオープンとノーマリークローズの暗状態の輝度の視角特性を説明する図である。

【図7】液晶セルに電圧が印加された状態における液晶セル厚み方向の分子配列状態を示す図である。

10 【図8】図7の液晶分子の傾き角とねじれ角の座標系を示す図である。

【図9】液晶が立った状態の三次元の屈折率楕円体を示す図である。

【図10】図9の屈折率楕円体を光学補償する屈折率楕円体を説明する図である。

【図11】基板表面付近に存在する液晶分子の配列状態を示す図である。

【図12】図8と等価な屈折率楕円体を示す図である。

【図13】本発明の実施例1の効果を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図14】本発明の実施例1の効果を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図15】本発明の実施例1の効果と対比する比較例の特性を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図16】本発明の実施例1の効果と対比する比較例の特性を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図17】本発明の実施例2の効果を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図18】本発明の実施例2の効果を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図19】本発明の実施例4の効果を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

40 【図20】本発明の実施例4、5、6の効果と対比する比較例の特性を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図21】本発明の実施例5の効果を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【図22】本発明の実施例6の効果を説明するもので液晶セル印加電圧(V)対光等価率(規格値)特性の曲線図である。

【符号の説明】

1、6…偏光板

11

12

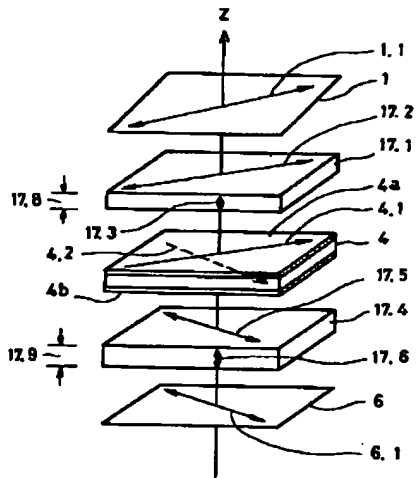
4…液晶セル

17.2、17.5…z軸法線面内の光軸方向

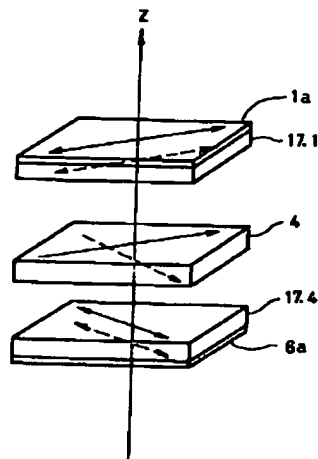
17.1、17.4…光学異方素子

17.3、17.6…z軸方向の光軸方向

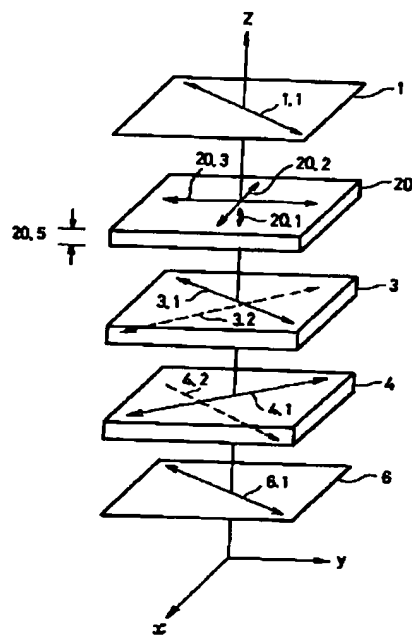
【図1】



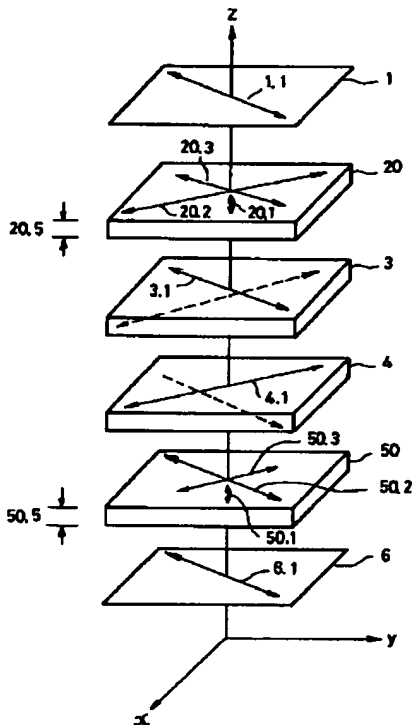
【図2】



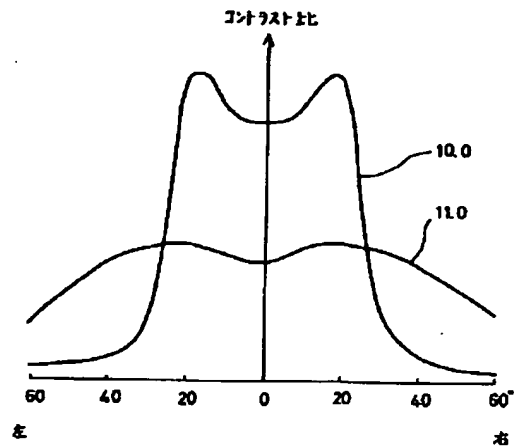
【図3】



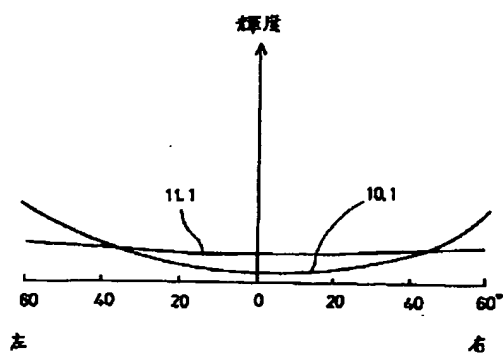
【図4】



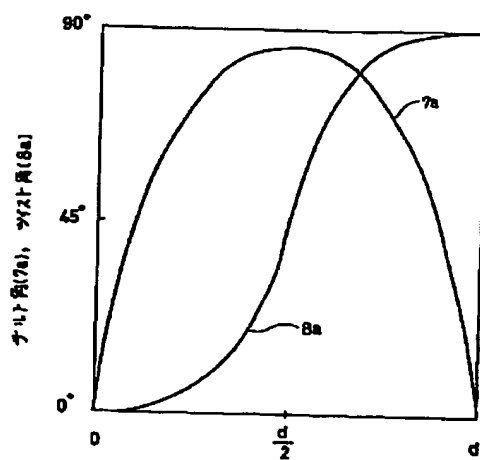
【図5】



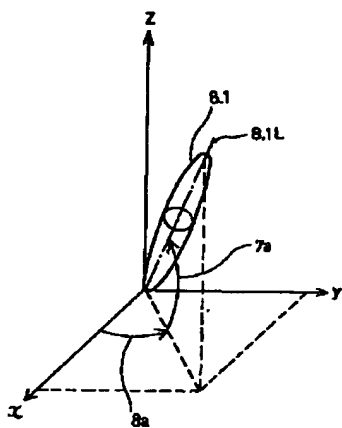
【図6】



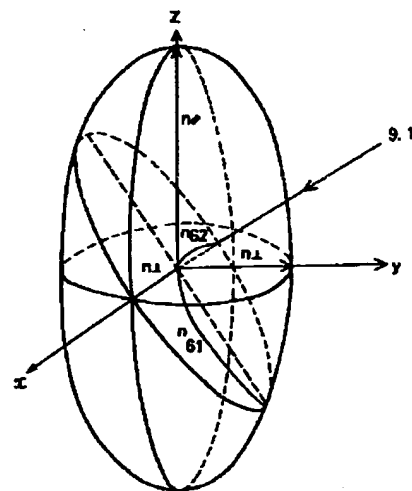
【図7】



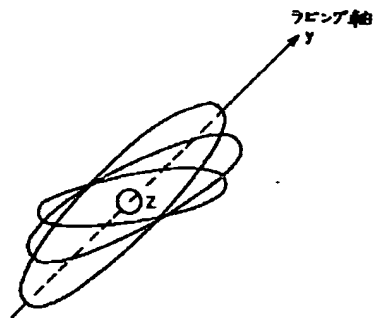
【図8】



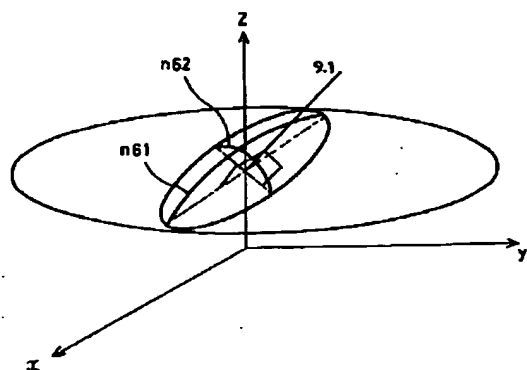
【図9】



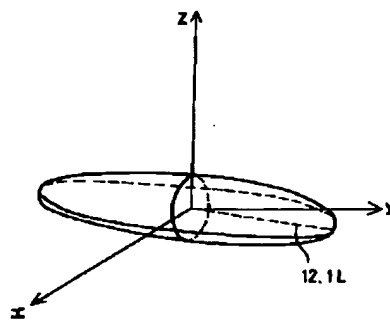
【図11】



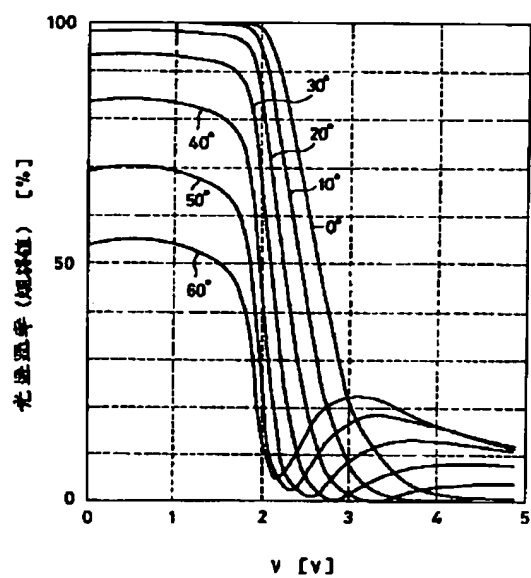
【図10】



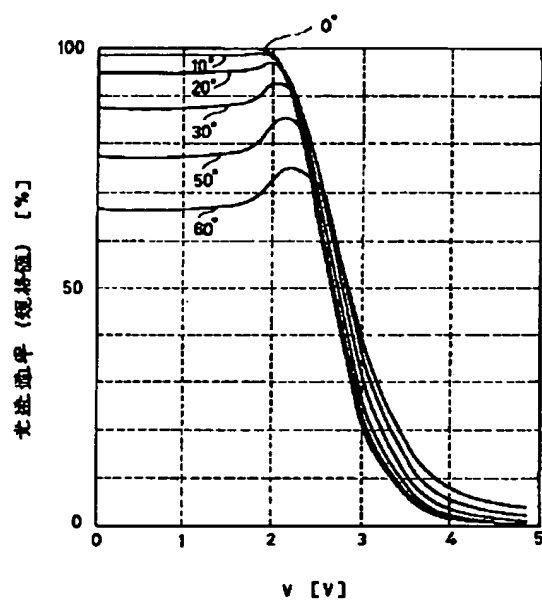
【図12】



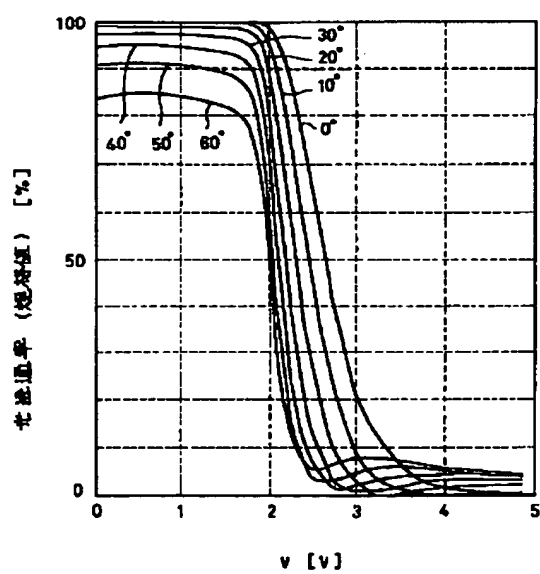
【図13】



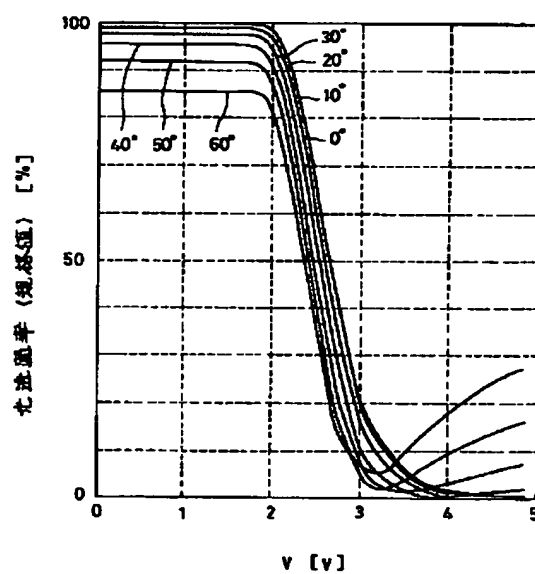
【図14】



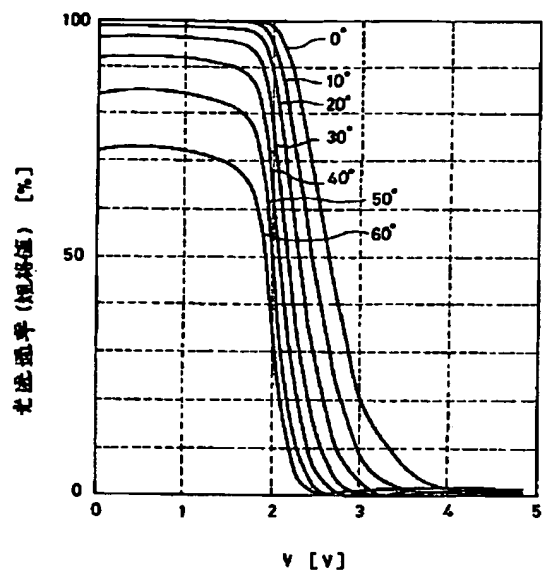
【図15】



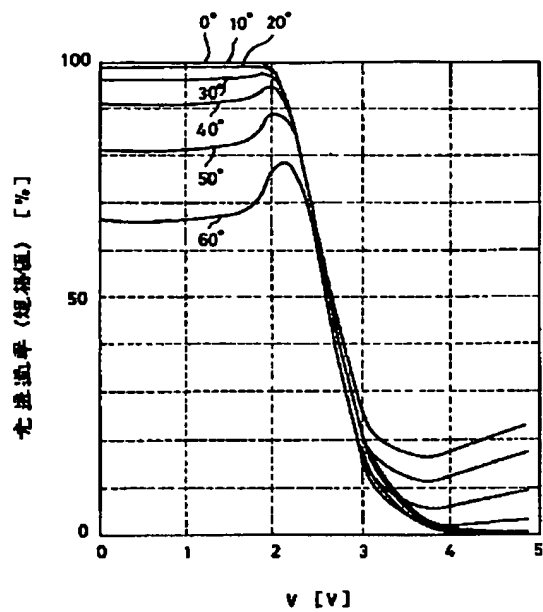
【図16】



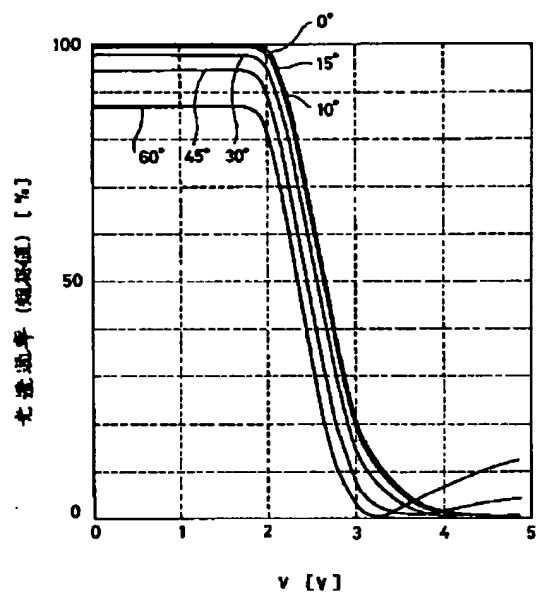
【図17】



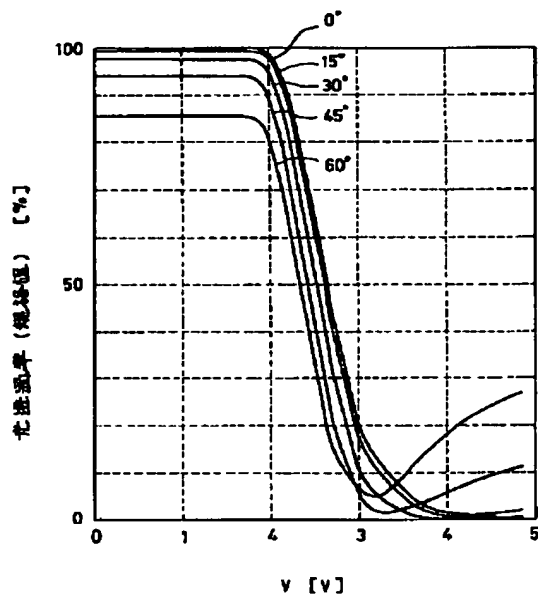
【図18】



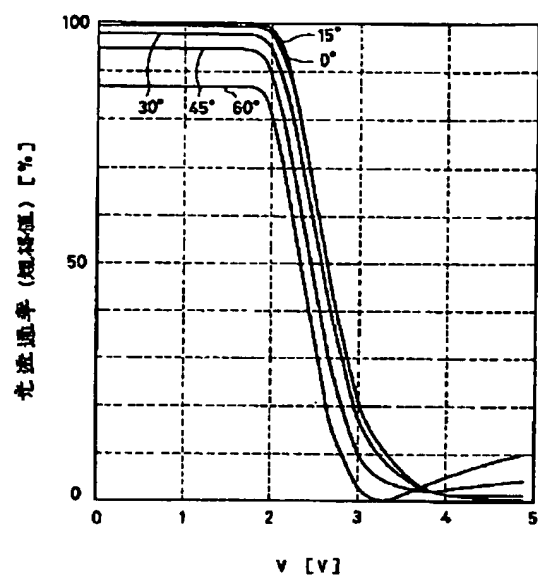
【図19】



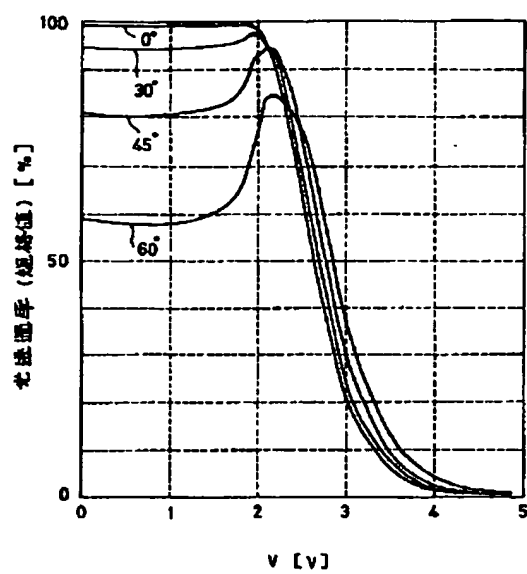
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 羽藤 仁
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地株式
 会社東芝横浜事業所内